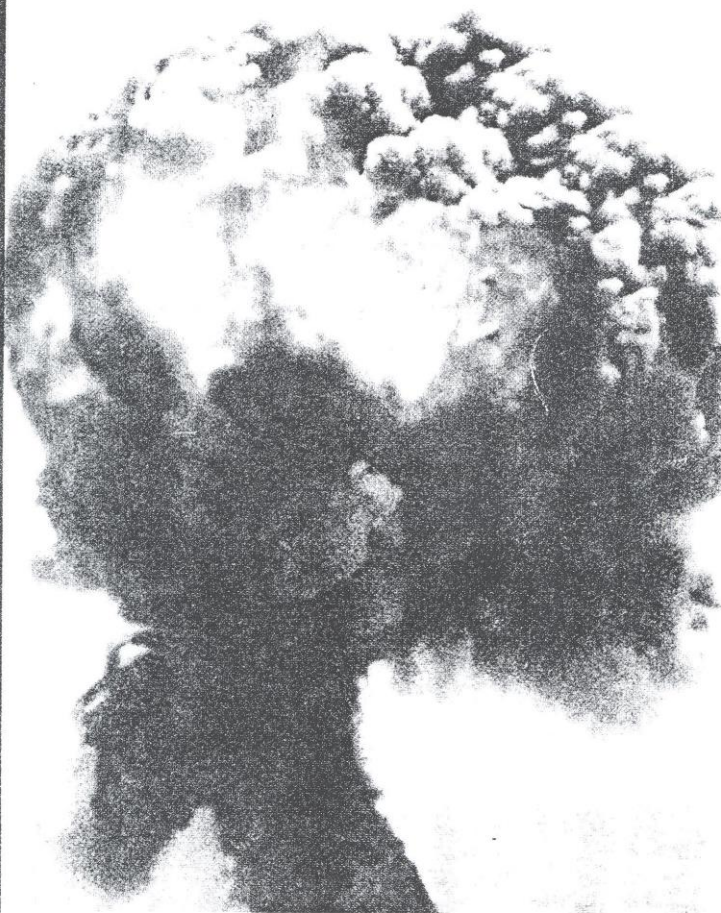


JUGOSLOVENSKI KOMITET ZA EKSPLOZIVNE MATERIJE



**ZBORNİK RADOVA**  
XXI SIMPOZIJUM O EKSPLOZIVNIM  
MATERIJAMA  
SA MEĐUNARODNIM UČEŠĆEM



T ARA, 21.- 23. novembar 2001.



"JUGOIMPORT - SDPR"

## SADRŽAJ

### UVODNA PREDAVANJA

1. prof.dr Aleksandar Stamatović: INŽENJER TODOR-TOŠA SELESKOVIĆ U VOJNOJ INDUSTRIJI SRBIJE (1881-1901) -----	11
2. prof. Obrad Vučurović: PRECIZNOST PROJEKTILA U FUNKCIJI KARAKTERISTKA POGONSKOG PUNJENJA -----	47
3. prof. dr Miloš Čolaković: GORIVA ZA RAKETNI POGON - PERSPEKTIVE RAZVOJA I PROIZVODNJE -----	55
4. dr Mirko Lukić: STANJE ISTRAŽIVANJA, RAZVOJA I PROIZVODNJE BRIZANTNIH EKSPLOZIVA I DALJE PERSPEKTIVE U OVOJ OBLASTI U SVETU I KOD NAS -----	103

### SEKCIJA B

#### a) Baruti

1. Ljiljana Jelisavac, dr Miloš Filipović, Slaviša Stojiljković: ODREĐIVANJE SADRŽAJA DIFENILAMINA I NJEGOVIH MONODERIVATA U JEDNOBAZNIM BARUTIMA METODOM REVERSNO-FAZNE TEČNE HROMATOGRAFIJE POD VISOKIM PRITISKOM -----	123
2. Rose Smileski, Anka Trajkovska-Petkoska i Orce Popovski: ISPITIVANJE HEMIJSKE STABILNOSTI BARUTA METODOM TEČNE HROMATOGRAFIJE -----	133

#### b) Čvrsta raketna goriva

1. mr Vladimir Kapor, mr Panto Maslak, mr Lajoš Tot, Vukašinović Rajko: DVOBAZNA RAKETNA GORIVA MANJIH BRZINA GORENJA -----	139
2. Tot mr Lajoš, Kapor mr Vladimir, Vukašinović Rajko: REOLOŠKA ISPITIVANJA DVOBAZNIH RAKETNIH GORIVA -----	145



## ISPITIVANJE HEMIJSKE STABILNOSTI BARUTA METODOM TEČNE HROMATOGRAFIJE

Rose Smileski<sup>1</sup>, Anka Trajkovska-Petkoska<sup>1</sup> i Orce Popovski<sup>1</sup>

### Izvod

Ispitivana je hemijska stabilnost jednog pretstavnika nitroceluloznih baruta, metodom tečne hromatografije. Stabilnost baruta određivana je merenjem sadržaja zaostalog stabilizatora (difenilamina) i njegovih međuprodukata.

Ova ispitivanja sprovedena su aparaturom firme "Varian", a hemikalije proizvedene po standardima "Merck-a". Merenja su izvršena na sobnoj temperaturi – bez termostiranja.

Na osnovu dobivenih hromatograma ustanovljena je prisutnost stabilizatora u granicama od 0,9 – 1,2%, odakle se može konstatovati da je ispitivani barut hemijski stabilan i isti se može i dalje upotrebljavati.

*Ključne reči:* barut, stabilnost, difenilamin.

### Uvod

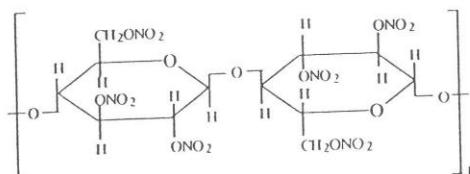
Eksplozivne materije su takve supstance koje imaju sposobnost da pod uticajem spoljnih impulsa, brzo hemijski se razlažu i pri tome oslobađaju gasove zagrejanih na nekoliko hiljada stepena Celzijusovih [1,2]. Za jednostavniju identifikaciju, izučavanje i upotrebu, eksplozivne materije se grupišu po raznim osnovama, međutim, dominantna je podela po njihovoj primeni i to: inicijalne, brizantne, potisne (baruti) i pirotehničke smeše.

Sve ove eksplozivne materije povezuju dve osnovne osobine: osetljivost na spoljne uticaje i stabilnost izražena kroz njihove sposobnosti da sačuvaju početne osobine u određenim granicama za predviđeni period upotrebe.

Hemijska stabilnost eksplozivne materije podrazumeva njihovu sposobnost da u toku skladištenja municije u hemijskom smislu ostanu nepromenjene određeni broj godina. Međutim, poznato je da je nitroceluloza osnovna komponenta svih baruta koji se koriste za laboraciju klasične municije i kao takva spontano se razlaže (sl. 1). Kao krajnji produkti nastaju CO<sub>2</sub>, CO, N, NO, N<sub>2</sub>O i H<sub>2</sub>O. U

<sup>1</sup> Voena akademija "General Mihailo Apostolski" Skopje, R. Makedonija

ovakvim uslovima smanjuje se toplinska vrednost eksplozivne materije, te dolazi do gubljenja mehaničkih svojstava.



Sl 1. Strukturna formula nitroceluloze Š5Ć

Pored temperature, na mehanizam same denitracije nitroceluloze imaju svoj uticaj i sledeći faktori: termičke promene, uticaj gasova i para u čahurama ili ambalaži i dr. [4].

Veći uspeh u pogledu stabilizacije baruta postignut je uvođenjem difenilamina kao stabilizator, a nešto kasnije uvode se i druga hemijska jedinjenja-stabilizatori kao na primer: karbamidi, uretani i dr. [4].

S obzirom da je stabilizator glavni akceptor azotnih oksida i isti je usko vezan sa raspadom nitroceluloze, pretpostavlja se da je sadržaj preostalog (neizrcagovanog) stabilizatora u barutu adekvatna mera za određivanje evolucije baruta. Računa se da je barut nestabilan za dalju upotrebu, ako sadržaj stabilizatora u njemu padne za više od 50% od početne količine [6].

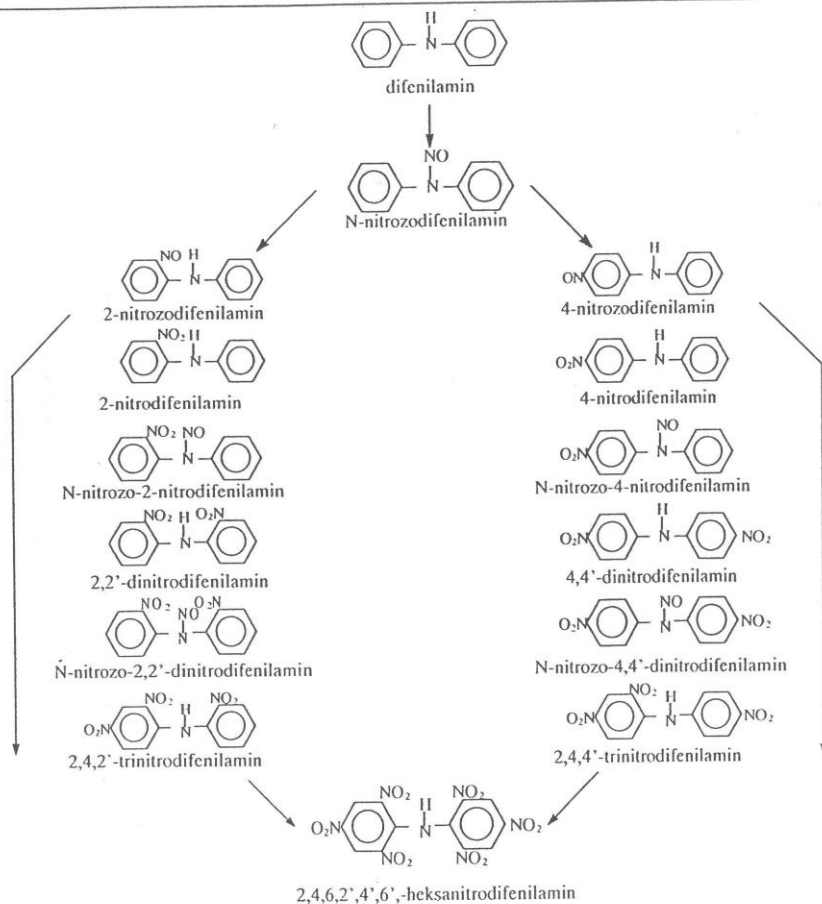
Mehanizam reakcije difenilamina sa produktima denitracije nitroceluloze odvija se metodom supstitucije vodonikovih atoma difenilamina sa nitroznim gasovima, dobivenih raspadom nitroceluloze. Pri tome, prvo nastaje N-nitrozodifenilamin, koji u suštini predstavlja dobar stabilizator kao i sam difenilamin. Zatim nastaju ostali međuprodukti-derivati difenilamina (sl. 2) [4].

### Eksperimentalni deo

Ispitavanja su sprovedena na nitroceluloznom barutu, sa početnim iznosom stabilizatora-difenilamina u granicama od 0,9 do 1,2%. Za rad su korišteni standardni rastvarači proizvedeni po standardima firme Merck.

Analize su sprovedene metodom tačne hromatografije sa UV-detektorom i kolonom RP C8, stacionarna faza Bondesil sa veličinom čestica od 5 μm.

Sva merenja vršena su bez termostetiranja, odnosno na sobnoj temperaturi, pri talasnoj dužini od 254 nm, uz odnos rastavrača u tečnoj fazi: 60% acetonitril i 40% voda, sa brzinom protoka od 1ml/min [6]. Svaki eksperiment ponovljen je više puta. Rezultati ispitivanja dati su u obliku hromatograma (sl. 3).



Sl. 2. Mehanizam reakcije difenilamina

## Rezultati i diskusija

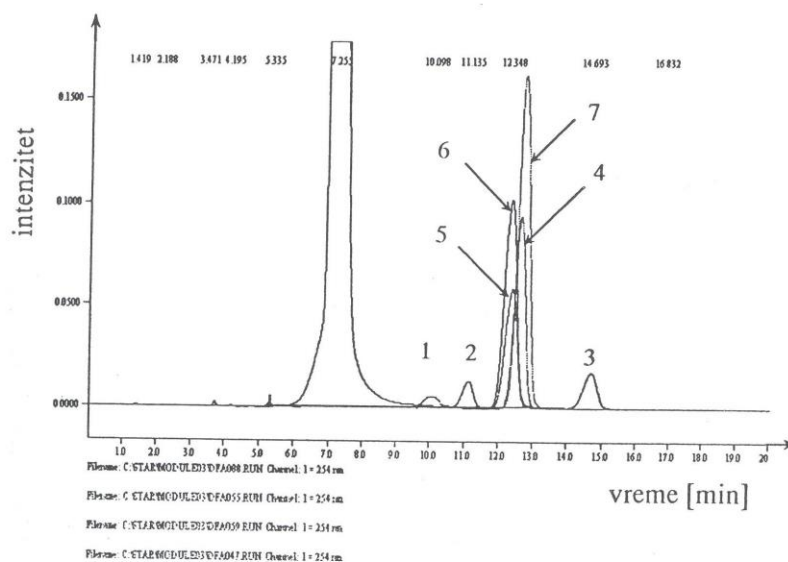
Sa hromatograma (sl. 3) očigledna je prisutnost difenilamina, koja se pojavljuje na oko 12. minute. Pored difenilamina registrovano je i prisustvo određenih međuprodukta (1, 2 i 3), stvorene reakcijom difenilamina i izdvojenih gasova (NO i NO<sub>2</sub>) prikazani na sl. 2.

Pik DPA sa sl. 3, odnosi se na prisutnost difenilamina, a od površine ispod samog pika može se odrediti i njegov kvantitativni udeo.

Prisustvo difenilamina u ispitivanom barutu dat je na piku br. 4, a čisti difenilamin dat je na pikovima 5, 6 i 7, sa koncentracijama DPA od 0,52%; 1,02% i 1,8% (referentni hromatogrami).

### Sekcija B

Tačna količina difenilamina dobija se pomoću kalibracione krive snimljene za čist difenilamin i na taj način utvrđeno je prisustvo u odnosu 1,1% difenilamina u barutu.



Sl. 3. Hromatogram ispitivanog baruta  
DPA - difenilamin; 1,2,3 - pikovi produkata razlaganja DPA

### Zaključak

Analizom dobivenog hromatograma prikazan na sl. 3 može se zaključiti da je suma neizreagovanog difenilamina i njegovih međuprodukata veća od 50% njegove početne koncentracije u barutu. Na osnovu toga može se konstatovati da je ispitivan barut hemijski stabilan.

### Literatura

- [1] M. Pleše, *Fizika eksploziva*, CVTŠ, Zagreb, 1987
- [2] R. Lj. Smileski, *Municija i eksplozivni materij - teoretski osnovi*, Maring, Skopje, 1998
- [3] D. Pavlović, A. Duilo, *Osnovi konstrukcije artiljeriskog naoružanja*, SSNO, Beograd, 1983



- [4] P. V. Maksimović, *Eksplozivne materije*, Vojnoizdavački zavod, Beograd, 1985
- [5] Michael P. O'Keef, *Modern Applications of Chemistry*, Department of Chemistry, UN Military Academy, 1995
- [6] Standard SNO 8069/91, *Praćenje hemijske stabilnosti baruta i raketnih goriva*
- [7] M. Hristovski, *Eksplozivne materije*, Beograd, 1994
- [8] Zbornik na trudovi, *Soobračaj i komunikacij na pragot na XXI vek*, Ohrid 1999, str. 175 – 179.

### Summary

Examination of the chemical stability of the powders by liquid chromatography.

His examined the chemical stability at a representative of nitrocellulose powders, with the content of diphenilamine as a stabilizer in range of 0,9 – 1,5%.

The chemical stability is determined by registration of the stabilizer which has not reacted and its inter-products as well as by help of a method of liquid chromatography.

The apparatus, which has been used, is by the firm "Varian" and the reagens which have been used prepared according to the standards of "Merck".

All measurements have been experimented in a room temperature. From the received chromatogramms it is concluded the presence at the stabilizer (diphenilamine) in concentration from 0,9 – 1,2%, so that the experimented explosive material chemically stabilized and, it can be used furthermore.

*Key words:* powders, stability, diphenilamine.